

27.07.2004

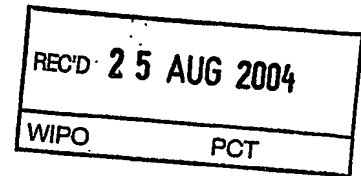


Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

EP04/07062



Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03014909.0

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

BEST AVAILABLE COPY

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03014909.0  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 01.07.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Maschinenfabrik Gehring GmbH & Co.  
Gehringstrasse 28  
D-73760 Ostfildern  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen und Ventil mit einem im wesentlichen  
kegelförmigen Ventilsitz

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B24B15/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

EPO - Munich  
3

01. Juli 2003

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Maschinenfabrik  
Gehring GmbH & Co. KG  
Gehringstrasse 28

A 1-91 809/keie

30. Juni 2003

73760 Ostfildern

Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen und Ventil mit  
einem im wesentlichen kegelförmigen Ventilsitz

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung sowie ein Ventil mit im wesentlichen kegelförmigen Ventilsitz gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

Ventilsitze werden in der Praxis oft mit kegeliger Dichtfläche hergestellt, an welcher an die ebenfalls kegelig ausgebildete Ventilnadel vollflächig anliegt. Selbst bei hoher Bearbeitungsgenauigkeit ist eine hohe Dichtigkeit bei Drücken über einigen 100 bar nicht gegeben. Der Prozeß ist als Schleifverfahren ausgelegt, welche eine Rotations- und Translationsbewegung aufweist. Dadurch entstehen Riefen mit einer Steigung und somit ein Labyrinth kommunizierender Riefen, durch welche sich die Leckage erhöht.

In der EP 0 955 128 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Dichtsitzes zwischen einer Ventilkugel und einem Ventilkörper mit konischem Ventilsitz beschrieben. Dabei wird ein Ventilkörper mit einem konisch geschliffenen Ventilsitz für die Ventilkugel in einem rotierend antreibbaren Werkstückhalter eingespannt. Ein zylindrischer Schleifstein wird für eine Feinschleifbearbeitung mit einem Einsatz, der

radiale Bewegungen des Schleifsteins zuläßt, in einen Werkzeughalter eingesetzt, der unter einem Anstellwinkel von  $1^\circ$  bis  $10^\circ$  schräg zur Rotationsachse des Werkstückhalters ausgerichtet ist. Durch eine Vorschubbewegung des Werkzeughalters oder des Werkstückhalters werden der konische Ventilsitz und der Schleifstein in Kontakt gebracht, wobei der Schleifstein mit einer stirnseitigen Bearbeitungskante am gesamten Umfang des konischen Ventilsitzes anliegt. Der Werkzeughalter und der Werkstückhalter werden gegensinnig rotierend angetrieben und mittels des Schleifsteins wird eine ringförmig umlaufende und im Ventilkörperlängsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche für die Ventilkugel in den konischen Ventilsitz eingearbeitet. Dabei ist der Radius der die Sitzfläche bildenden Kreisbogens größer als der Radius der Ventilkugel und die im Ventilkörperlängsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche so bemessen, daß im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes von der Kreisform zumindest im Scheitelbereich der kreisbogenförmigen Sitzfläche eliminiert sind. Dieses Verfahren schafft daher Topographien, in die sich die Dichtkugel muldenartig eingräbt. Ein Linienkontakt soll vermieden werden. Somit ist die Kontaktfläche relativ groß, der anliegende Druck an der kontaktierten Teilfläche der Kugel gering.

Aus der DE 197 57 117 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzkörpers für ein Brennstoffeinspritzventil bekannt. Dabei wird in einem Ventilsitzkörper eine Durchgangsöffnung geschaffen mit einem als kegelstumpfförmigen Abschnitt gestalteten Ventilsitzbereich. In der Durchgangs-

öffnung wird außerdem ein Führungsbereich mit Führungsabschnitten für einen als Kugel gestalteten Ventilschließkörper erzeugt. Die Führungsabschnitte und der Ventilsitzbereich werden gleichzeitig mittels eines Bearbeitungswerkzeugs in Form einer Masterkugel feinbearbeitet. Diese Werkzeug-Masterkugel kann als Hon-, Schleif- oder Läppwerkzeug ausgebildet sein. Dies bedeutet, daß sowohl mit gebundenem als auch mit losem Korn dieser Arbeitsschritt durchgeführt werden kann. Die linienförmige Abdichtungsfläche des Sitzes zur Kugel wird dadurch erreicht, daß ein schmaler Wulst im Ventilsitz vorgesehen ist, der ca. 0,1 mm gegenüber der Dichtfläche erhaben ist. Ebenso ist es möglich, aus strömungstechnischen Gründen kanalartige Strömungsdurchlässe im oberen Bereich des Kegelsitzes vorzusehen. Diese Maßnahmen erfordern jedoch teure Bearbeitungsschritte.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen der gattungsgemäßen Art zu schaffen, durch das die Ventilsitze eine Struktur erhalten, mit der ein Kriechen des abzudichtenden Mediums weitestgehend reduziert und somit die Dichtwirkung verbessert wird. Außerdem besteht die Aufgabe darin, ein Ventil mit einem solchen Ventilsitz anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Ventil mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Das entwickelte Verfahren ermöglicht die Herstellung einer Topographie des Ventilsitzes zum Abdichten der Kugel und

die Korrektur des Winkels des Ventilsitzes. Dabei sind die Topographien der anliegenden Dichtflächen so ausgebildet, daß eine ununterbrochene und ausschließliche Linienberührung eine toleranzgerechte Leckage ermöglicht. In einem Einspritzpumpegehäuse können mehrere Ventilsitze zur Bearbeitung anfallen. Die Dichtheit gegenüber einem Systemdruck von bis zu über 2000 bar ist der entscheidende Funktionsparameter. Sie ist definiert als Leckagemenge je Zeiteinheit unter bestimmten Betriebsbedingungen wie Druck, Temperatur und Dichte des Mediums.

Die Abdichtung wird durch eine Linienberührung einer Kugel als Dichtkörper gegenüber einer kegeligen Dichtfläche erreicht. Die Kugel ist mit geringerer Rauhtiefe als die Sitzfläche bearbeitet. Durch die Linienberührung entsteht eine hohe Flächenpressung. Es entsteht damit eine elastische Verformung der einzelnen Profilerhebung des Ventilsitzes, welche die Kugel berührt. Dies wiederum ermöglicht eine vollständige Linienanlage der Dichtfläche des Ventilsitzes an die Kugelform. Geometrisch ist dies möglich durch sehr hohe Rundheitsanforderungen von unter  $1,0 \mu\text{m}$ . Innerhalb dieser Formtoleranz kann die Elastizität der Profilerhebung mögliche Makroformfehler ausgleichen.

Darüber hinaus kann das Prinzip der linienförmigen Anlage aufgrund konzentrischer Bearbeitungsriefen funktionieren. Diese haben die gleiche Verlaufsrichtung wie der Anlagekreis der Kugel. Dies bedeutet, daß alle Bearbeitungsriefen keine Steigung aufweisen und konzentrisch zur Dichtlinie verlaufen. Für die Abdichtung ist entscheidend die Kon-

zentrizität der Profilerhebungen, eine hohe Rundheit und die elastische Verformung der Profilerhebung des Ventilsitzes.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird das Honschleifen in mehreren aufeinander folgenden Operationen durchgeführt, wobei vorzugsweise drei Operationen vorgesehen sind, je nach Vorbearbeitungsqualität. Dies hat den Vorteil, daß in jeder Operation angepaßte Bearbeitungsbedingungen wie beispielsweise unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz kommen können. Dabei ist es insbesondere zweckmäßig, daß in jeder Operation die Rauheitsprofile von der vorhergehenden Honschleif-Operation mit einem Werkzeug mit feinerem Schneidkorn abgetragen werden. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, daß das Werkzeug periodisch außer Arbeitseingriff gebracht und die Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff angeströmt wird. Dies hat den Vorteil, daß eine besonders wirksame Kühlung und Schmierung in dem zu bearbeitenden Bereich bewirkt wird.

Es hat sich gezeigt, daß in Anpassung an die jeweiligen Bearbeitungsbedingungen unterschiedliche Drehzahlen des Werkzeugs zweckmäßig sind, wobei das Werkzeug beim Honschleifen mit einer Drehzahl von  $500 \text{ min}^{-1}$  bis  $6000 \text{ min}^{-1}$  rotiert. Im Anschluß an die Honschleifbearbeitung kann eine Entgratbearbeitung erfolgen, insbesondere mit Diamantsplintwerkzeugen und/oder schleifkornhaltigen Bürsten. Um den zunächst in die kegelige Grundform gebrachten Ventilsitz in geeigneter Weise durch das Honschleifen bearbeiten zu können, ist es zweckmäßig, durch die Vorbearbeitung ein solches Maß

vorzugeben, das im Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung eine axiale Zugabe des Materials am Ventilsitz von ca. 50  $\mu\text{m}$  bis 90  $\mu\text{m}$  abgetragen wird. Entscheidend ist die axiale Zugabe, die das Vorbearbeitungsprofil vollständig abträgt.

Bei der Feinbearbeitung kann es durchaus vorkommen, daß die Achse der rotierenden Spindel der Bearbeitungsmaschine nicht absolut identisch mit der Achse des Ventilsitzes ist. Es wird daher als vorteilhaft angesehen, daß während des Honschleifens der Kopf des Werkzeugs bezogen auf die Werkzeugaufnahme ausgelenkt wird. Die Auslenkung kann dabei durch Schwenken des Werkzeugs um einen Gelenkpunkt der Werkzeugaufnahme oder durch elastische Verformung eines Werkzeugschaftes erfolgen. Um die Bearbeitungsgeschwindigkeit zu erhöhen, kann es zweckmäßig sein, daß beim Honschleifen das Werkzeug und das Werkstück gegenläufig angetrieben und bewegt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines Ventils,

Fig. 2 eine bearbeitete Sitzfläche in vergrößerter Darstellung,

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Schnitts durch einen Ventilsitz und einer Kugel als Ventilschließglied in der geöffneten Stellung,



Fig. 4 eine Darstellung gemäß Fig. 3 in der geschlossenen Stellung,

Fig. 5 die Seitenansicht eines Werkzeugs mit kegelter Arbeitsfläche,

Fig. 6 einen Schnitt durch das Werkzeug gemäß Fig. 5,

Fig. 7 eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts der Arbeitsfläche am Werkzeug gemäß Fig. 5.

In Fig. 1 ist eine Prinzipdarstellung eines Längsschnittes durch ein Ventil 1 gezeigt. Das Ventil 1 besteht aus einem Gehäuse 2, in dem eine Ventilkammer 3 gebildet ist. Die Ventilkammer 3 wird auf einer Seite von einem kegelig gestalteten Ventilsitz 4 begrenzt, wobei in der in Fig. 1 gezeigten Ausführung der Kegelwinkel  $90^\circ$  beträgt. Selbstverständlich kommen auch hiervon abweichende Kegelwinkel in Betracht. In der Ventilkammer 3 befindet sich ein Ventilschließglied 5, das im vorliegenden Fall als Kugel ausgeführt ist. Die Kugel ist in der Ventilkammer 3 beweglich gehalten und kann vom Ventilsitz 4 abgehoben werden, wodurch das Ventil geöffnet wird. Die in Fig. 1 gezeigte Darstellung betrifft den geschlossenen Zustand des Ventils. Mit dem Bezugszeichen LA ist die Längsachse durch das Ventil bezeichnet.

In Fig. 2 ist ein Ausschnitt einer bearbeiteten Fläche des Ventilsitzes 4 in vergrößerter Darstellung gezeigt, wobei eine Vielzahl von Riefen 6 und Profilerhebungen 7 bogenförmig

mig verlaufen. Bezogen auf die Längsachse LA des Ventils 1 verlaufen die Riefen 6 und Profilerhebungen 7 konzentrisch, wobei eine Rundheit nach dem Honschleifen von  $1,0 \mu\text{m}$  oder kleiner gegeben ist.

In Fig. 3 ist die prinzipielle Ausgestaltung des Ventilsitzes 4 mit Riefen 6 und Profilerhebungen 7 als Längsschnitt dargestellt. Die als Ventilschließglied 5 dienende Kugel befindet sich in einem Abstand zum Ventilsitz 4, so daß das Ventil geöffnet ist. Aus Fig. 3 wird deutlich, daß der Ventilsitz 4 eine Vielzahl von konzentrisch zur Längsachse LA verlaufende Riefen 6 und Profilerhebungen 7 besitzt, wobei aufgrund der Rauhtiefe des bearbeiteten Ventilsitzes 4 die Profilerhebungen 7 unterschiedlich weit vorstehen. Die Rauheit  $R_z$  der bearbeiteten Fläche des Ventilsitzes 4 beträgt nach dem Honschleifen beispielsweise  $12 \mu\text{m}$ . Die Rauheit des Ventilsitzes muß so groß sein, daß eine elastische Verformung der Profilsitzen zum Ausgleich des Rundheitsfehlers führt. Je kleiner die Profilerhebungen, umso geringer ist der mögliche Ausgleich des Rundheitsfehlers. Die Rauheit  $R_z$  der Kugel beträgt beispielsweise  $\approx 1 \mu\text{m}$ .

Die Fig. 4 zeigt eine Anordnung gemäß Fig. 3, jedoch im geschlossenen Zustand des Ventils, das heißt, das Ventilschließglied 5 wird gegen den Ventilsitz 4 gedrückt. Dabei liegt die Kugel 5 mit ihrer Oberfläche, die eine geringere Rauhtiefe als die des Ventilsitzes 4 besitzt, an mehreren Profilerhebungen 7 an, wobei dies im gezeigten Ausführungsbeispiel fünf Profilerhebungen 7 sind. Diese Anlage an mehreren Profilerhebungen 7 ist dadurch möglich, daß aufgrund

der Gestaltung der Profilerhebungen 7 diese eine gewisse Elastizität aufweisen und somit infolge der durch die Kugel 5 einwirkenden Kraft im Bereich ihrer Elastizität verformt werden. Dadurch werden mehrere konzentrische Abdichtungen erzeugt, wodurch eine äußerst große Dichtheit bzw. äußerst geringe Leckrate erreicht wird.

In Fig. 5 ist ein Werkzeug 8 zur Feinbearbeitung des Ventilsitzes gezeigt. Der Verfahrensschritt der Feinbearbeitung ist ein Honschleifen, das nachstehend noch näher erläutert ist. Das Werkzeug 8 umfaßt einen Werkzeugkopf 9 und eine Werkzeugaufnahme 10, wobei letztere an dem dem Werkzeugkopf 9 entgegengesetzten Ende eines Werkzeugschaftes 11 angeordnet ist. Der Werkzeugkopf 9 besitzt eine kegelige Mantelfläche 15, wobei die Form des Kegels derjenigen des Ventilsitzes 4 entspricht. Der Werkzeugkopf 9 ist mit Schneidkorn 12 versehen, wobei als Schneidkorn vorzugsweise Diamant, kubisches Bohrnitrit, Siliziumkarbid oder Aluminiumoxyd benutzt wird. Dabei bieten sich Bindungssysteme bekannter Bauarten an. Die Mantellinien der kegeligen Arbeitsflächen können gerade, konvex oder konkav gestaltet sein. Durch konvex gewölbte Konturen der Mantellinien läßt sich die Gratbildung an den Kanten der Sitzfläche reduzieren. Bei diesem Werkzeug ist der Kornüberstand so bemessen, daß die Profiltiefe am Ventilsitz in einer Größe erzeugt wird, daß eine elastische Verformung zum Ausgleich des Rundheitsfehlers führt.

Die Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch das Werkzeug 8, woraus ersichtlich ist, daß sich in dem Werkzeugkörper ein

Kanal 13 für Kühl- und/oder Schmiermittel befindet, der mehrere Auslässe 14 im Bereich der kegeligen Fläche 15 besitzt.

Die Fig. 7 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts der Arbeitsfläche, das heißt der kegeligen Fläche 15. Aus dieser Darstellung wird auch ersichtlich, daß an der Außenseite eine Vielzahl von Partikeln des Schneidkorns eingelagert sind. Ebenso sind Längsschlitzte erkennbar, die die Versorgung der Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff sichern.

Der Ventilsitz 4 wird zunächst vorbearbeitet, z.B. gehärtet und spanend bearbeitet. Die spanende Bearbeitung nach dem Härten kann bei geringen Härteverzügen auch entfallen. Danach erfolgt die Feinbearbeitung mit Hilfe des in Fig. 5 bis 7 gezeigten Werkzeugs 8. Die Kinematik des Verfahrens besteht in der Rotation des Werkzeugs unter Anlage der Kegelfläche 15 des Werkzeugs an der kegeligen Fläche zur Erzeugung des Ventilsitzes 4. Das Werkzeug wird entsprechend dem fortschreitenden Abtrag axial nachgeführt. Dabei ist es vorteilhaft, das Werkzeug periodisch außer Arbeitseingriff zu bringen, um die Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff zur Kühlung und Schmierung anzuströmen. Dies ist mittels einer Stelleinrichtung des Werkzeugs sowohl kraft- als auch weggeführt möglich. Die axiale Zustellkraft des Werkzeugs wird prozeßgerecht gesteuert und die Zustellwege werden überwacht. Die Anlage des Werkzeugs durch Federkraft ist grundsätzlich auch möglich, allerdings schließt dies eine Überwachung des Zustellweges im Prozeß aus.

Die Feinbearbeitung wird in mehreren Operationen als Honschleifen der Kegelsitze durchgeführt. In jeder Operation werden die Form- und Rauheitsprofile von der vorhergehenden Honschleifoperation mit einem feineren Schneidkorn vollständig abgetragen. Die letzte Operation dient zur Schaffung eines funktionsgerechten Oberflächenprofils, die vorausgehenden Operationen dienen zum Abtragen des Formfehlers der Vorbearbeitung. Dies führt sukzessiv zu feineren Oberflächen. Aufgrund der Kinematik entstehen die in den Figuren 2 bis 4 dargestellten konzentrischen Riefen und die zwischen den Riefen befindlichen Profilerhebungen. Nach der Honschleifbearbeitung erfolgt noch eine Entgratbearbeitung, bei der z.B. mit Diamantsplinttentgratwerkzeugen und schleifkornhaltigen Bürsten gearbeitet wird.

Die Steuerung der Zustellung kann beispielsweise durch eine elektromechanische Stelleinrichtung erfolgen. Zunächst fährt die Spindeleinheit im Eilvorlauf in die axiale Nähe der künftigen Arbeitsposition. Damit befindet sich das Werkzeug kurz vor dem Werkstück, wobei dieser Sicherheitsabstand von der Spindel mit geringer Geschwindigkeit durchfahren wird. Sobald das Werkzeug an die Bearbeitungsfläche des Werkstücks stößt, steigt die axiale Anlagekraft auf den gewünschten Arbeitswert an. Diese Position wird auf "0" gesetzt und das Werkzeug in Rotation versetzt, so daß der Bearbeitungsmodus gestartet wird. Der Abtrag in axialer Richtung während einer Bearbeitungsoperation soll sich in der vorgegebenen Taktzeit vollziehen. Die Steuerung der Stelleinrichtung ermittelt den Abtrag sowie die dazu benötigte

Zeit bzw. die Bearbeitungsgeschwindigkeit. Wird der Sollabtrag in der gewünschten Zeit nicht erreicht, dann erhöht sich automatisch die Kraft bei der Bearbeitung des nächsten Werkstücks.

Das vorstehend beschriebene Verfahren ermöglicht hohe Dichtheiten durch die Topographie des Rauheitsprofils und durch die äußerst geringen Rundheitsabweichungen.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 · 70192 Stuttgart

EPO - Munich  
3

01 Juli 2003

Maschinenfabrik  
Gehring GmbH & Co. KG  
Gehringstrasse 28

A 1-91 809/keie

30. Juni 2003

73760 Ostfildern

### Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen (4), die eine kegelige Form aufweisen, wobei zunächst die kegelige Grundform in einem Bearbeitungsschritt erzeugt wird und später in einem weiteren Bearbeitungsschritt die Feinbearbeitung des Ventilsitzes (4) an der Kegelform erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß der Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung ein Honschleifen ist und mittels eines Werkzeugs (8) durchgeführt wird, das an seinem Werkzeugkopf (9) kegelformfüllend gestaltet und mit Mitteln zur Kühlschmierstoffzufuhr (13, 14) versehen ist, wobei das Werkzeug (8) rotierend angetrieben wird und mittels am Werkzeugkopf (9) befindlichem Schneidkorn (12) mehrere konzentrisch zur Kegelform verlaufende Bearbeitungsriefen (6) erzeugt werden, wobei der Kornüberstand am Werkzeugkopf (9) so bemessen ist, daß die Profiltiefe so groß ist, daß eine elastische Verformung zum Ausgleich des Rundheitsfehlers führt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Honschleifen in mehreren aufeinanderfolgenden Operationen durchgeführt wird, wobei mindestens zwei Operationen vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Honschleifen drei Operationen umfaßt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Operation die Rauheitsprofile von der vorhergehenden Honschleifoperation mit einem Werkzeug (8) mit feinerem Schneidkorn abgetragen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (8) periodisch außer Arbeitseingriff gebracht und die Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff angeströmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß beim Honschleifen das Werkzeug (8) mit einer Drehzahl von  $500 \text{ min}^{-1}$  bis  $6000 \text{ min}^{-1}$  rotiert.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an die Honschleifbearbeitung eine Entgratbearbeitung erfolgt, insbesondere mit Diamantsplintwerkzeugen und/oder schleifkornhaltigen Bürsten.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß im Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung eine axiale Zugabe des Materials am



Ventilsitz (4) von ca. 50  $\mu\text{m}$  bis 90  $\mu\text{m}$  abgetragen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß während des Honschleifens der Werkzeugkopf (9) bezogen auf die Werkzeugaufnahme (10) zur Zentrierung von Werkzeugachse zur Sitzachse ausgelenkt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslenkung durch Schwenken des Werkzeugs (8) um einen Gelenkpunkt der Werkzeugaufnahme oder durch elastische Verformung eines Werkzeugschaftes (11) erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß beim Honschleifen das Werkzeug (8) und das Werkstück gegenläufig angetrieben und bewegt werden.
12. Ventil mit einem im wesentlichen eine kegelige Form aufweisenden Ventilsitz und einer als Ventilschließglied dienenden Kugel, dadurch gekennzeichnet, daß am Ventilsitz (4) mehrere konzentrisch zur Achse (LA) der Kegelform verlaufende Riefen (6) vorgesehen sind und zwischen diesen den Ventilsitz (4) ringförmig umgebende Profilerhebungen (7) vorhanden sind, an denen die Kugel (5) anlegbar ist.

13. Ventil nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Rauhtiefe der Kugel  
geringer ist als die Rauhtiefe des Ventilsitzes.
14. Ventil nach Anspruch 12 oder 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Rundheitsgenauigkeit  
der Profilerhebungen (7) bzw. der Riefen (6)  $\leq 1,0 \mu\text{m}$   
beträgt.
15. Ventil nach einem der Ansprüche 12 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Rauheit ( $P_t$ ) des Ven-  
tilsitzes  $< 12 \mu\text{m}$  beträgt.
16. Ventil nach einem der Ansprüche 12 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Rauheit ( $R_z$ ) der Kugel  
(5)  $\ll 1 \mu\text{m}$  beträgt.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

EPO - Munich  
3

01 Juli 2003

Maschinenfabrik  
Gehring GmbH & Co. KG  
Gehringstrasse 28

A 1-91 809/keie

30. Juni 2003

73760 Ostfildern

### Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen (4), die eine kegelige Form aufweisen, wird zunächst die kegelige Grundform in einem Bearbeitungsschritt erzeugt. Später erfolgt in einem weiteren Bearbeitungsschritt die Feinbearbeitung des Ventilsitzes (4) an der Kegelform. Dieser Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung ist ein Honschleifen, das mittels eines Werkzeugs (8) durchgeführt wird, das an seinem Werkzeugkopf (9) kegelformfüllend gestaltet und mit Mitteln zur Kühlschmierstoffzufuhr (13, 14) versehen ist. Dabei wird das Werkzeug (8) rotierend angetrieben und mittels am Werkzeugkopf (9) befindlichem Schneidkorn (12) werden mehrere konzentrisch zur Kegelform verlaufende Bearbeitungsriefen (6) erzeugt.

Fig. 3

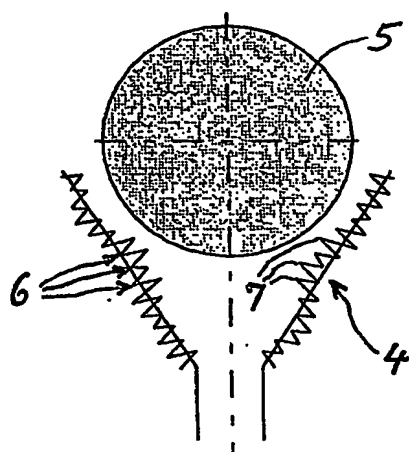


Fig. 1

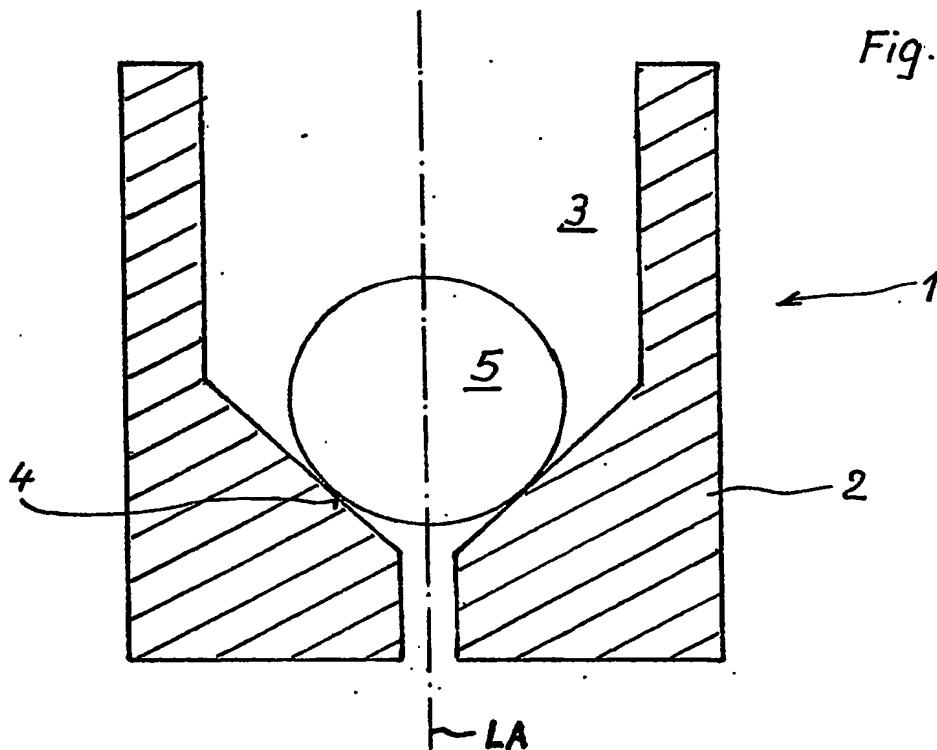


Fig. 2

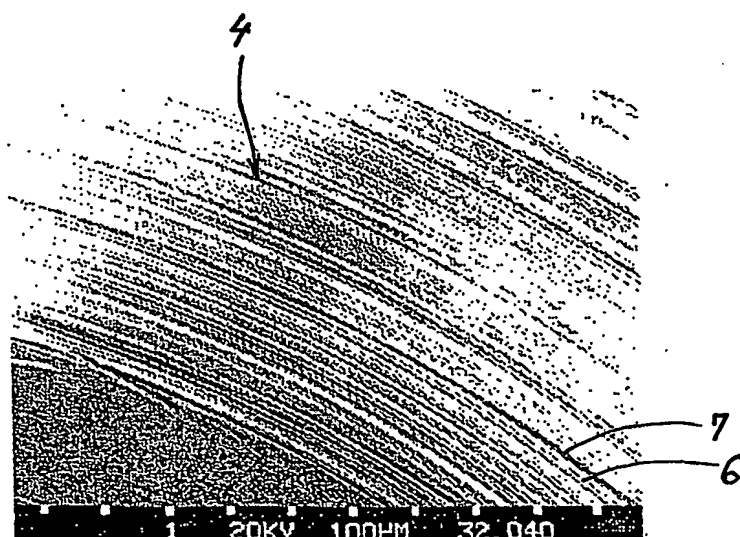


Fig. 3

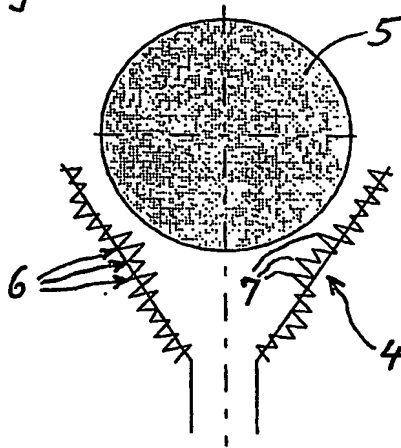


Fig. 4

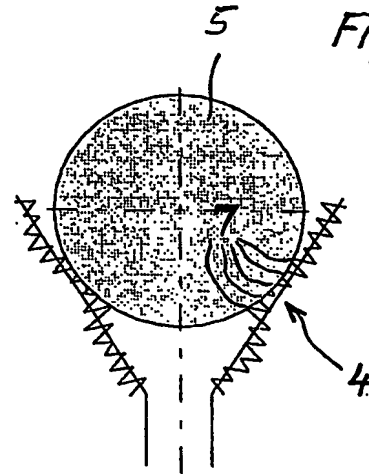


Fig. 5

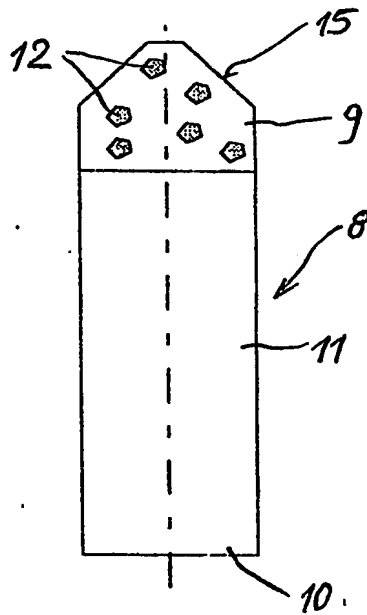
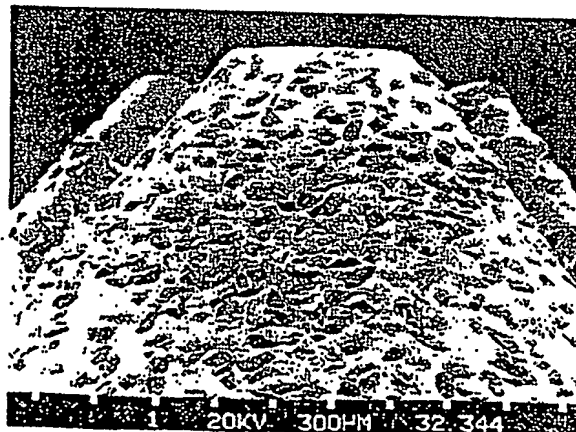
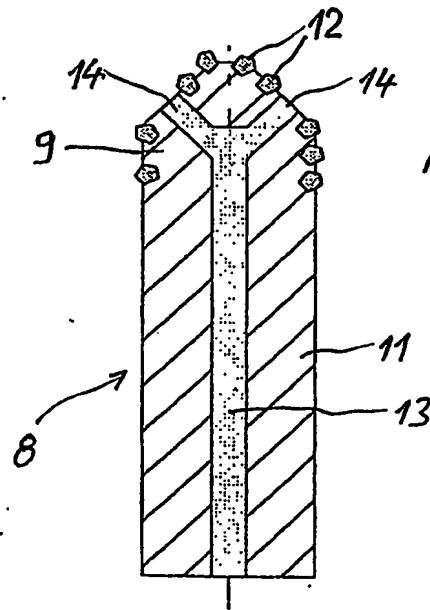


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects/in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**